

Press-in Retaining Structures: A Handbook
Second Edition, 2021 (Russian Version)

Руководство по возведению подпорных сооружений методом «Press-in»



International Press-in Association

Press-in Retaining Structures: A Handbook

Second Edition, 2021 (Russian Version)

**Руководство по возведению подпорных
сооружений методом «Press-in»**

Издание второе, 2021

International Press-in Association

Цель данной публикации – представить точную и достоверную информацию по рассматриваемой теме. При ее продаже и/или распространении подразумевается, что ни авторы, ни издатель не участвуют в предоставлении определенных юридических или иных профессиональных услуг. Хотя были предприняты все возможные усилия для обеспечения точности и полноты публикации, не предоставляются и не подразумеваются никакие гарантии или обязательства соответствия, а авторы и издатель не несут ответственности ни перед каким-либо физическим или юридическим лицом в отношении любых убытков или ущерба, возникших в результате ее использования.

Все права, включая перевод, защищены. Никакая часть этой публикации не может быть воспроизведена, сохранена в поисковой системе или передана в любой форме либо любыми средствами - электрическими, механическими, фотокопировальными или иными - без предварительного письменного разрешения Издателя, International Press-in Association (IPA), 5F, Sanwa Konan Bldg, 2-4-3 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-0075, Japan.

Содержание

Предисловие

Глоссарий

Глава 1 Обзор

1.1	Область применения и рассматриваемые вопросы	1-1
1.2	Структура Руководства	1-2
1.3	Погружение свай методом «Press-in»	
1.3.1	Способы погружения свай методом «Press-in»	1-3
1.3.2	Характеристики погружения свай методом «Press-in» с перемещением по сваям	1-4
1.3.2.1	Развитие способа погружения свай методом «Press-in» с перемещением по сваям	1-7
1.3.2.2	Механизм погружения свай методом «Press-in» с перемещением по сваям ...	1-7
1.3.2.3	Низкий шум и вибрация	1-9
1.3.2.4	Прохождение плотных грунтов	1-11
1.3.2.5	Работа в ограниченном строительном пространстве	1-13
1.3.2.6	Преимущества консольных подпорных сооружений и способа погружения свай методом «Press-in» с перемещением по сваям	1-14
1.3.2.7	Снижение воздействия на окружающую среду	1-15
1.3.2.8	Автоматический сбор и использование данных о процессе погружения методом "Press-in"	1-17
1.3.2.9	Другие характеристики	1-18
1.3.2.10	Сводка основных характеристик	1-18
1.3.3	Сравнение существующих технологий и погружения свай методом «Press-in» с перемещением по сваям	1-23
1.3.3.1	Система погружения стальных шпунтовых свай (профили корытный, зетовый, Nat, Zero)	1-23
1.3.3.2	Способы погружения для траншейных панелей	1-24
1.3.3.3	Способы погружения стальных трубчатых свай с замками (замковые соединения P-P, P-T и L-T)	1-24
1.3.3.4	Способы погружения стальных трубчатых свай	1-25
1.3.3.5	Способы погружения бетонных шпунтовых свай	1-26
1.3.3.6	Системы погружения сборных железобетонных свай	1-27
1.3.3.7	Системы погружения свай для комбинированных стен	1-27
1.4	Погружение свай методом «Press-in» с перемещением по сваям при строительстве заглубленных сооружений	
1.4.1	Подпорные сооружения (подпорные стены, дамбы, волноотбойные стенки, бoulderки, временные подпорные стены, перемычки и т.п.) (от <i>a</i> до <i>m</i>)	1-27
1.4.2	Усиление дамб, укрепление берегом (от <i>n</i> до <i>p</i>)	1-30

1.4.3	Противодействие разжижению (n, o, p, c)	1-30
1.4.4	Стены-диафрагмы (m)	1-31
1.4.5	Ограждения от распространения давлений (y)	1-31
1.4.6	Обеспечение устойчивости насыпей, предотвращение оползней, аварийно-восстановительные работы (ϕ, x)	1-31
1.4.7	Фундаментные работы (гражданские инженерные сооружения, порты и гавани, здания) (от u до y)	1-31
1.4.8	Несущие подпорные стенки	1-33
1.5	Применяемые нормативные документы и рекомендации	1-33
	Список литературы	1-36

Глава 2 Планирование и изыскания

2.1	Планирование	
2.1.1	Общая информация	2-1
2.1.2	Рекомендации по планированию	2-1
2.1.2.1	Топографические, геологические, грунтовые, гидрографические и климатические условия стройплощадки	2-3
2.1.2.2	Воздействие на окружающую среду и соседние конструкции; технологические ограничения	2-3
2.1.2.3	Условия, которые могут повлиять на строительство	2-3
2.1.2.4	Технические требования к подпорной стенке, предельное состояние, проектирование, требования и критерии, относящиеся к эксплуатационным параметрам	2-4
2.1.2.5	Условия проектирования	2-4
2.2	Изыскания	
2.2.1	Общая информация	2-4
2.2.2	Цели и содержание изысканий	2-5
2.2.2.1	Сбор необходимой документации и данных	2-5
2.2.2.2	Изыскания на местности	2-6
2.2.2.3	Геологические изыскания	2-6
2.2.2.4	Определение условий, которые могут повлиять на строительство	2-8
2.2.2.5	Изыскания, относящиеся к охране окружающей среды	2-10
2.2.2.6	Оценка грунтовых условий на основе данных о вдавлении свай	2-10
2.2.3	Отчет об изысканиях	2-12
	Список литературы	2-12

Глава 3 Проектирование

3.1	Вступление	3-1
3.2	Общие вопросы проектирования	
3.2.1	Основные принципы проектирования	3-2

3.2.1.1	Область применения	3-2
3.2.1.2	Иерархия эксплуатационных требований	3-2
3.2.1.3	Предельные состояния, воздействия и расчетные случаи	3-3
3.2.1.4	Эксплуатационные требования	3-5
3.2.1.5	Эксплуатационные параметры	3-5
3.2.1.6	Процесс проверки эффективности	3-6
3.2.1.7	Квалификация инженеров-проектировщиков	3-7
3.2.1.8	Документация	3-7
3.2.2	Корректировка проекта с учетом журналов строительства	3-7
3.2.3	Воздействия и сочетания нагрузок для подпорных стен автодорог	3-7
3.2.3.1	Общая информация	3-8
3.2.3.2	Собственный вес	3-8
3.2.3.3	Давление грунта и давление воды	3-8
3.2.3.4	Сейсмическая нагрузка	3-9
3.2.3.5	Нагрузка на поверхности грунта	3-9
3.2.3.6	Снеговая нагрузка	3-9
3.2.3.7	Ветровая нагрузка	3-9
3.2.3.8	Ударная нагрузка	3-9
3.2.3.9	Прочие нагрузки	3-9
3.2.3.10	Комбинация нагрузок для их типичных сочетаний	3-10
3.2.4	Материалы	3-10
3.2.4.1	Сваи	3-10
3.2.4.2	Свойства стальных материалов	3-11
3.2.4.3	Учет коррозии / защита от коррозии	3-11
3.2.4.4	Расчетная изгибная жесткость	3-11
3.3	Проектирование заглубленных консольных подпорных стен	3-12
3.3.1	Подходы к проектированию	3-12
3.3.2	Проектирование конструкций стен	3-12
3.3.2.1	Проектирование подпорных стен автодорог	3-12
3.3.2.2	Проектирование портовых причальных стенок	3-18
3.3.3	Устойчивость дна котлована	3-22
3.3.3.1	Учет разрыхления	3-23
3.3.3.2	Учет суффозиозного выноса грунта	3-24
3.3.3.3	Учет пучения	3-24
3.3.3.4	Учет пучения дна котлована	3-24
3.3.3.5	Меры по повышению устойчивости дна котлована	3-24
3.3.4	Общая устойчивость	3-25
3.3.5	Воздействия на прилегающие сооружения	3-25
3.3.5.1	Деформация грунта из-за деформации подпорных стен	3-26

3.3.5.2	Осадка грунта вследствие понижения уровня грунтовых вод	3-26
3.3.5.3	Осадка грунта вследствие удаления заглубленных подпорных стен	3-26
3.3.5.4	Упругое восстановление основания при снятии нагрузки	3-27
3.4	Отчет о проектировании	3-27
	Список литературы	3-28

Глава 4 Строительство

4.1	Общая информация	4-1
4.2	Основы погружения свай методом «Press-in»	4-2
4.2.1	Машины для вдавливания свай методом перемещения по сваям	4-2
4.2.1.1	Базовая комплектация погружателя	4-2
4.2.1.2	Компоненты свайного погружателя «Press-in»	4-3
4.2.1.3	Основные движения свайного погружателя «Press-in»-1 (Повторяющиеся движения вверх и вниз)	4-5
4.2.1.4	Основные движения свайного погружателя «Press-in»-2 (Перемещение по сваям)	4-5
4.2.2	Выбор подходящей машины, технология вдавливания и системы погружения «Press-in»	4-6
4.2.3	Сваи заводского изготовления	4-10
4.2.3.1	Стальные шпунтовые сваи	4-11
4.2.3.2	Стальные трубчатые сваи	4-14
4.2.3.3	Комбинированные стенки	4-15
4.2.3.4	Бетонные шпунтовые сваи	4-16
4.2.3.5	Сегмент железобетонной стенки заводского изготовления	4-16
4.3	План строительства	4-17
4.3.1	План строительства – общие соображения	4-17
4.3.2	Рекомендации по планированию вдавливания свай методом «Press-in»	4-17
4.3.2.1	Выбор технологии вдавливания и свай, соответствующих грунтовым условиям	4-18
4.3.2.2	Рекомендации по погружению стальных шпунтовых свай	4-19
4.3.2.3	Вдавливание трубчатых свай с замками и без замков	4-25
4.3.2.4	Применение системы «Press-in» при наличии ограничений на строительной площадке	4-29
4.3.2.5	Процесс вдавливания свай, оставляющий пространство между сваями (шаг в осях 2.5 D)	4-40
4.3.3	Подготовка проектно-строительной документации для работ по погружению свай методом «Press-in»	4-42
4.3.3.1	Машины для вдавливания свай методом «Press-in», технологии вдавливания и система «Press-in»	4-43
4.3.3.2	План доставки машин, оборудования и материалов	4-43
4.3.3.3	Компоновка размещения машин и материалов	4-45

4.3.3.4	Планирование свайных работ	4-49
4.3.3.5	План управления строительством	4-49
4.3.3.6	План охраны окружающей среды	4-50
4.3.3.7	План управления охраной труда и техникой безопасности	4-51
4.3.3.8	Планирование организации стройплощадки	4-54
4.4	Выполнение свайных работ методом «Press-in»	4-56
4.4.1	Подготовительные работы	4-56
4.4.2	Операции по погружению свай	4-56
4.4.2.1	Технологии, общие для вдавливания свай методом «Press-in»	4-56
4.4.2.2	Процесс погружения свай для начального этапа вдавливания	4-65
4.4.2.3	Процесс погружения для стандартного вдавливания «Press-in»	4-68
4.4.2.4	Процесс погружения при вдавливании свай с применением размыва струей воды	4-72
4.4.2.5	Процесс погружения для вдавливания с разбуриванием	4-73
4.4.2.6	Процесс погружения свай методом вращательного вдавливания	4-76
4.4.2.7	Процесс строительства комбинированных стен	4-82
4.4.2.8	Криволинейное направление погружения	4-84
4.4.2.9	Угловое погружение	4-85
4.4.2.10	Самостоятельное перемещение назад	4-85
4.4.3	Система вдавливания для преодоления ограничений при строительстве	4-87
4.4.3.1	Рекомендации по погружению свай при различных строительных ограничениях	4-87
4.4.3.2	Процесс погружения свай для автономной системы	4-89
4.4.3.3	Процесс вдавливания свай для системы погружения с малым высотным зазором	4-90
4.4.4	Извлечение свай	4-94
4.4.4.1	Влияние процесса извлечения свай и управление им	4-94
4.4.4.2	Процесс извлечения свай	4-97
4.4.5	Нарращивание и разрезание свай	4-98
4.4.5.1	Соединение сварных швов в стальной шпунтовой свае	4-98
4.4.5.2	Сварка стальной трубчатой сваи	4-99
4.4.5.3	Болтовое соединение	4-100
4.4.5.4	Механическое соединение	4-100
4.4.5.5	Резка сваи	4-101
4.4.6	Очистка сточных вод и шлама	4-101
4.5	Надзор над строительством, управление строительством, мониторинг	4-102
4.5.1	Общие положения	4-102
4.5.2	План строительного надзора, управления строительством и мониторинга	4-103
4.5.3	Подготовка площадки	4-103
4.5.4	Управление строительством	4-103

4.5.5	Управление строительством	4-105
4.5.5.1	Контроль работы свайного погружателя	4-105
4.5.5.2	Настройка оптимальных параметров вдавливания	4-105
4.5.5.3	Информация, полученная при вдаливании сваи	4-109
4.5.5.4	Обеспечение вертикальности сваи за счет повторяющихся движений вверх и вниз	4-110
4.5.5.5	Оценка процесса погружения свай по данным, полученным при вдавливании	4-111
4.5.5.6	Автоматическая работа свайного погружателя	4-112
4.5.5.7	Оценка грунтовой информации, получаемой при вдаливании	4-113
4.5.6	Контроль графика вдавливания свай	4-113
4.5.7	Допуски для положения в плане, отметок верха и низа и вертикальности сваи после погружения. Контроль графика вдавливания свай	4-114
4.5.8	Здравоохранение и безопасность	4-115
4.5.9	Осмотр и обслуживание оборудования для погружения сваи	4-115
4.5.10	Мониторинг	4-115
4.5.11	Отчет о строительстве	4-118
	Список литературы	4-120

Предисловие

Метод вдавливания свай по технологии «Press-in» был разработан пол века назад в связи с практической необходимостью обеспечения безопасного и бесшумного погружений шпунтовых свай. Первое издание (2016) «Руководства по возведению подпорных сооружений методом «Press-in» имело целью представить накопленный обширный практический опыт в терминах и подходах, применяемых при устройстве фундаментов. В нем удалось собрать воедино полезную информацию, относящуюся к практике проектирования и строительства подпорных сооружений методом вдавливания свай по технологии «Press-in», а также ряд примеров из практики строительства со всего мира.

Публикация второго издания Руководства в 2021 году – это переработанная версия издания 2016 года. Основными целями корректировки первого издания были: (I) привести материал Руководства в соответствие с пересмотренным «Руководством по проектированию и строительству методом «Press-in» (на японском языке, опубликовано в 2020 г.), (II) отразить достижения в области разработки оборудования для погружения свай методом «Press-in» и исследовательские работы за последние пять лет, (III) улучшить описания для удобства чтения и использования Руководства, и (IV) улучшить лаконичность, исключив некоторые элементы из издания 2016 г.

Тем, кто интересуется практическими случаями, связанными с погружением свай методом «Press-in», можно порекомендовать книги «Новые горизонты в погружении свай – разработка и применение погружения свай методом «Press-in» Малкольма Болтона и др. (“New Horizons in Piling – Development and Application of Press-in Piling” by Malcolm Bolton et al.), опубликованную издательством CRC Press в 2020 году, и «Примеры из практики вдавливания свай методом «Press-in», Том 1, подготовленную Комитетом по научным исследованиям Международной ассоциации по вдавлванию свай (International Press-in Association - IPA) и изданную IPA в 2019 году.

Как председатель редакционного комитета данного Руководства, я хотел бы выразить искреннюю благодарность всем членам редакционного комитета, перечисленным ниже.

Осаму Кусакабе (Osamu Kusakabe)

Председатель Редакционного комитета второго издания.

(Chair, Editorial Committee for the Second Edition)

Редакционный комитет:

Yoshiaki Kikuchi, Professor, Tokyo University of Science
Osamu Kusakabe, Emeritus Professor, Tokyo Institute of Technology
Tsunenobu Nozaki, International Press-in Association Secretariat
Mitsuhiro Okada, GIKEN LTD.
Takefumi Takuma, Giken America Corporation
Masaaki Terashi, International Press-in Association
Masafumi Yamaguchi, International Press-in Association Secretariat
(Фамилии в алфавитном порядке)

Члены Международного консультативного совета:

Stuart Haigh, Reader, The University of Cambridge
Chun Fai Leung, Professor, National University of Singapore
Goh Teik Lim, AtsuNEW GIKEN Pte. Ltd.
Ramin Motamed, Associate Professor, University of Nevada Reno
(Фамилии в алфавитном порядке)

Предисловие научного редактора перевода на русский язык

В последнее десятилетие технологии вдавливания свай находят применение в Восточно-европейских странах бывшего Советского Союза. Поэтому предложенная версия Руководства представляется актуальной и своевременной.

В данном переводе Руководства мы ставили целью представить существующие подходы к изысканиям, проектированию и строительству сооружений, возведенных на вдавленных в грунт сваях, а также адаптировать их к известным нормам и терминологии, принятым в странах бывшего СССР.

Хочу выразить благодарность аспирантке Одесского национального морского университета Владиславе Дубравиной за весомую помощь при подготовке и техническом редактировании перевода данного Руководства.

Михаил Дубровский

Научный редактор перевода на русский язык,
докт. техн. наук, профессор, Одесский национальный морской университет